

行政院原子能委員會
九十七年度第二次「輻射防護人員」測驗試題
輻射防護員級：專業科目(解答)

一、填充題(每格二分，共三十分)

1. 比較放射半化期、生物半化期及有效半化期三者的時間關係，以何者最小？ _____ (1) _____
Ans: (1) 有效半化期
2. 已知半化期為 10 天。母核經過 5 天衰變後，活度等於原來的多少倍？
_____ (2) _____
Ans: (2) 0.707
3. 急性輻射症候群可分為造血症候群、_____ (3) _____症候群及_____ (4) _____症候群三類。
Ans: (3) 胃腸、(4) 中樞神經系統
4. 已知綠光的波長為 500nm，試求其頻率為_____ (5) _____ Hz。
Ans: (5) 6×10^{14}
5. 鉛對 1.0 MeV γ 射線之衰減係數為 0.15 cm^{-1} ，則什一值層 (TVL) 厚度為多少公分？ _____ (6) _____
Ans: (6) 15.3
6. 在核子醫學中，為使標準差之百分比為 2 % 時，則其計數應為多少？_____ (7) _____
Ans: (7) 2500
7. 在能譜上有一主尖峰能量為 662keV，其半高全寬度(FWHM)等於 66.2keV，則能量分解度(energy resolution)為：_____ (8) _____。
Ans: (8) 10 %
8. X光屏蔽中所定義的工作負荷(Workload)其單位為何？_____ (9) _____。
Ans: (9) mA · min/week
9. 防止體內曝露的具體有效方法 3D原則是指稀釋、分散及_____ (10) _____。
Ans: (10) 除污
10. ^{238}U 衰變系列過程中產生的最終穩定子核種為 _____ (11) _____
Ans: (11) ^{206}Pb
11. $^{54}_{25}\text{Mn}$ 與 $^{56}_{27}\text{Co}$ 之原子核中的_____ (12) _____數相同。
Ans: (12) 中子

12. 放射性物質進入體內的途徑包括:食入、吸入、 (13) 及
 (14) 。

Ans: (13) 由外傷的傷口進入, (14) 由無傷的皮膚進入

13. 光子在碰撞前所走的平均射程(mean free path)約為半值層的 (15)
倍。

Ans: (15) 1.44

二、問答與計算題(每題十分, 共七十分)

1. 設在一年內, 一名工作人員接受到沉積在肺($W_T = 0.12$)中的 α 粒子授予的體內吸
收劑量 8.0 mGy, 甲狀腺($W_T = 0.05$)中的 β 粒子所致劑量 180 mGy 以及體外全身
均勻 γ 曝露全身均勻曝露 14 mGy, 試求:

(a) 這位工作人員的有效劑量等於多少 mSv?

(b) 這位工作人員這一年內最多還能接受多少 mGy 的全身均勻 γ 體外曝露劑
量?

表、各類輻射加權因數

輻射種類與能量區間	輻射加權因數 W_R
所有能量之光子	1
所有能量之電子及 μ 介子	1
中子能量 < 10 千電子伏(keV)	5
10 千電子伏(keV)–100 千電子伏(keV)	10
> 100 千電子伏(keV)–2 百萬電子伏(MeV)	20
> 2 百萬電子伏(MeV)–20 百萬電子伏 (MeV)	10
> 20 百萬電子伏(MeV)	5
質子(回跳質子除外)能量 > 2 百萬電子伏(MeV)	5
α 粒子, 分裂碎片, 重核	20

Ans:

(a) $E = \sum H_T \times W_T = (8 \times 20) \times 0.12 + (180 \times 1) \times 0.05 + (14 \times 1) \times 1 = 42.2 \text{ mSv}$

(b) $50 - 42.2 = 7.8 \text{ mSv}$

2. 何謂機率效應及確定效應?並就(1)低限劑量(2)嚴重程度和發生機率與劑量變化之關係及(3)疾病的案例區分加以說明。

Ans:

機率效應：指致癌效應及遺傳效應，其發生之機率與劑量大小成正比，而與嚴重程度無關，此種效應之發生無劑量低限值。

確定效應：指導致組織或器官之功能損傷而造成之效應，其嚴重程度與劑量大小成比例增加，此種效應可能有劑量低限值。

效應	低限劑量	與劑量的關係	例子
機率效應	無	效應發生機率與劑量成正比	癌症 遺傳效應
確定效應	有	效應發生的嚴重程度隨劑量而增加	皮膚紅斑、脫毛 白內障 不孕

3. 簡述輻射防護使用的 TSD 原則。

Ans:

TSD 原則為降低體外曝露使用的防護方法

時間(Time)：曝露時間儘可能縮短。

屏蔽(Shielding)：用屏蔽物質阻擋輻射。

距離(Distance)：儘量遠離射源。

4. 已知有一放射性樣本的總計數率(A_s)為背景計數率(A_b)的 25 倍，若欲在 12 分鐘內完成最佳的計測時間，則總計數及背景計數所需的計測時間各為幾分鐘？

Ans:

$$\frac{t_s}{t_b} = \sqrt{\frac{A_s}{A_b}} = \sqrt{\frac{25}{1}} = 5$$

$$t_s = 5t_b$$

$$t_s + t_b = 6t_b = 12 \text{ 分鐘}$$

$$\text{背景計數時間 } t_b = 2 \text{ 分鐘}$$

$$\text{總計數時間 } t_s = 10 \text{ 分鐘}$$

5. 鉛的密度為 11360 kg/m^3 ，對 60 keV 光子的質量衰減係數是 $4.863 \text{ cm}^2\text{g}^{-1}$ ，試問需要多少 mm 的鉛，將射束的強度降低到其原始值的 2% ? (不考慮增建因素)

Ans:

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu x} = e^{-\left(\frac{4.863}{10}\right)(11360 \times x)} = 0.02$$

$$5524.368x = 3.912$$

$$x = 0.0007 \text{ m} = 0.7 \text{ mm}$$

6. P-32 的半化期為 14.3 天， 3 克的 P-32 經 10 小時衰變後，活性變為多少 Bq ? (P-32 的原子量為 31.97 克)

Ans:

$$A = A_0 e^{-\lambda t}$$

$$= \lambda N_0 e^{-\lambda t}$$

$$= \frac{0.693}{T_{1/2}} \times \frac{m}{M} \times 6.02 \times 10^{23} \times e^{-\frac{0.693}{14.3 \times 24} \times 10}$$

$$= \frac{0.693}{14.3 \times 24 \times 60 \times 60} \times \frac{3}{31.97} \times 6.02 \times 10^{23} \times e^{-\frac{0.693}{14.3 \times 24} \times 10}$$

$$= 3.1 \times 10^{16}$$

7. 求 2 克的 Ra-226 的比活度 (specific activity) 約為 1 克的 C-14 的比活度的幾倍? (Ra 的半化期 = 1600 年，C-14 的半化期 = 5730 年，用質量數近似原子量)

Ans:

$$\text{Specific activity (SA)} = \frac{6.02 \times 10^{23} \times \lambda}{M} = \frac{6.02 \times 10^{23} \times 0.693}{M \times T}$$

$$\frac{\text{Ra-226(SA)}}{\text{C-14(SA)}} = \frac{14 \times 5730}{226 \times 1600} = 0.22$$